

УДК 621.43.056
UDC 621.43.056

ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ АВТОМОБІЛЯ В РУСІ ЗА РЕЖИМАМИ
ЄВРОПЕЙСЬКОГО ЇЗДОВОГО ЦИКЛУ В ПРОЦЕСІ ПРОГРІВУ ДВИГУНА

Трифонов Д. М., Національний транспортний університет, Київ, Україна

THE DETERMINATION OF INDICATORS OF THE CAR IN MOTION FOR MODES OF THE
EUROPEAN DRIVING CYCLE IN THE PROCESS OF ENGINE WARMING UP

Trifonov D. M., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЯ В ДВИЖЕНИИ ЗА РЕЖИМАМИ
ЕВРОПЕЙСКОГО ЕЗДОВОГО ЦИКЛА В ПРОЦЕССЕ ПРОГРЕВА ДВИГАТЕЛЯ

Трифонов Д. Н., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Вступ

Питання енергозбереження на автомобільному транспорті в умовах щорічного зростання енергоспоживання, рівня негативного впливу на навколишнє середовище і збільшення емісії шкідливих речовин здобувають все більшу актуальність. У зв'язку з цим, впровадження заходів з підвищення енергоефективності двигунів внутрішнього згорання та методів прогнозування витрати палива в різних умовах експлуатації дозволить економити значні обсяги енергетичних ресурсів.

Переважна кількість легкових автомобілів експлуатується в міських умовах. Крім того, їх більшість у міжзмінний період зберігається на відкритих стоянках, що в умовах низьких температур навколишнього повітря створює додаткові труднощі, пов'язані з необхідністю теплової підготовки двигуна і систем, які забезпечують його роботу. Для підвищення ефективності використання автомобілів в цих умовах необхідно прогнозувати значення показників їх експлуатаційних властивостей, і, насамперед, додаткової витрати палива на забезпечення теплового режиму двигуна з урахуванням природно-кліматичних факторів.

Досить об'єктивні експлуатаційні показники роботи легкового автомобіля можна отримати шляхом вимірів його показників при русі за їздовими циклами. Міські їздові цикли широко використовують для оцінки паливної економічності та екологічних показників автомобілів в умовах, наближених до їх реальної експлуатації у місті. Проте діючі випробувальні цикли передбачають визначення витрати палива при позитивній температурі навколишнього повітря. У зв'язку з цим, проблема впливу низької температури навколишнього повітря на витрату палива при русі, особливо під час прогріву холодного двигуна, за такого циклу вимагає додаткових досліджень.

У зв'язку з цим, дослідження, які направлені на розробку та вдосконалення математичних моделей їздового циклу для визначення показників автомобіля в процесі прогріву двигуна в русі, а також вдосконалення методики прогнозування витрат палива автомобілями в міських умовах, що враховують низькотемпературні умови експлуатації, є актуальною задачею підвищення ефективності експлуатації автомобільного транспорту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Для визначення експлуатаційних показників роботи легкового автомобіля можливо використовувати різні методики [1,2]. В якості таких методик зазвичай виступають випробувальні їздові цикли [3-8]. Випробувальний їздовий цикл являє собою набір параметрів і послідовностей, з допомогою яких наближено описується рух середньостатистичного автотранспортного засобу в реальних умовах. В залежності від середньої швидкості руху прийнято розділяти цикли на міські та замські. За територіальною ознакою їх умовно можна розділити на європейський, американський і японський.

Відомі математичні моделі для розрахунків показників автомобіля в русі за режимами різних їздових циклів [5-8]. Для легкових автомобілів найбільш широко використовують математичні моделі для визначення показників автомобіля в русі за режимами Європейського їздового циклу NEDC (New European Driving Cycle) (рис. 1) згідно Правил ЄЕК ООН №83 [9]. Розрахунки за математичними моделями проводять для прогрітого двигуна. В цих моделях для підвищення точності розрахунків враховують процеси, які займають незначний час і не регламентовані картою їздового циклу.

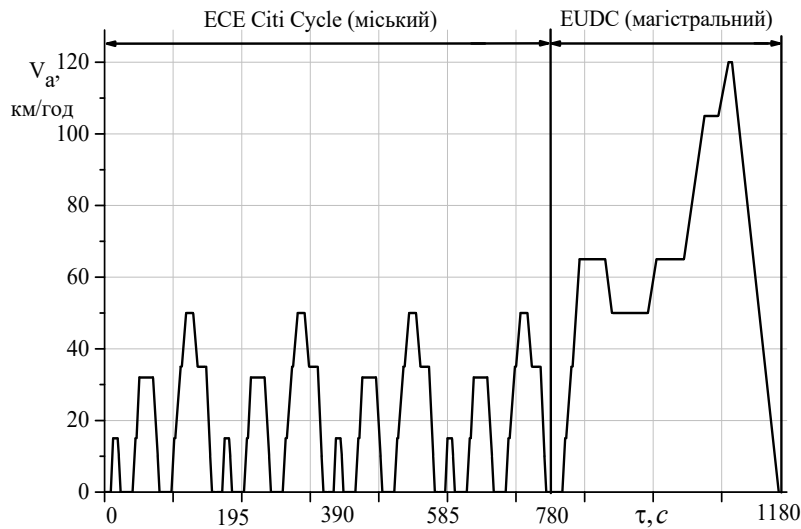


Рисунок 1 – Європейський їздовий цикл NEDC

Постановка завдання

В даному дослідженні вирішується задача визначення відносної зміни витрати палива і шкідливих викидів за використання системи підігріву повітря і без неї. Це дозволяє виключати з моделі супутні процеси (розіграння двигуна перед виключенням зчеплення, рух автомобіля з пробуксовуючим зчепленням, процеси сповільнення з різною інтенсивністю та інші), залишивши ті процеси, які зазначені в карті їздового циклу.

Результати досліджень

Прийняті спрощення дозволяють розглядати в їздовому циклі (рис. 2) наступні режими:

1. Режими мінімальної частоти обертання холостого ходу.
2. Режими розганяння автомобіля на різних передачах.
3. Режими руху з сталою швидкістю.
4. Режими сповільнення.

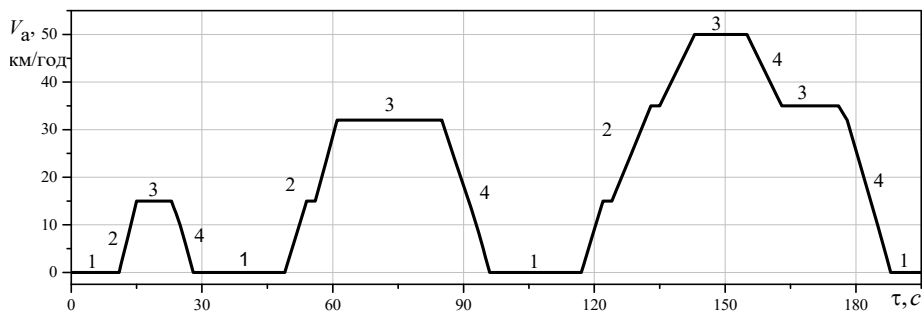


Рисунок 2 – Фрагмент Європейського їздового циклу з прийнятими в розрахунках режимами

Для опису закономірностей руху автомобіля в цих режимах, визначення паливної економічності і екологічних показників використовували наступні залежності:

1. Режим мінімальної частоти обертання холостого ходу.

В цьому режимі показники роботи двигуна визначали за експериментальними даними з врахуванням температури оливи або охолоджувальної рідини.

Годинні витрати палива і повітря та концентрації шкідливих речовин у відпрацьованих газах в режимах холостого ходу, описували поліноміальними залежностями від частоти обертання двигуна n_d :

$$G_i = a_0 + a_1 n_d + a_2 n_d^2, \tag{1}$$

2. Розганяння автомобіля описували рівнянням:

$$\frac{dV_a}{dt} = \frac{1}{\delta(m_0 + m_g)} \left[\frac{M_K \cdot U_i \cdot U_p \cdot \eta_T}{r_k} - P_f \pm P_i - P_w \right], \tag{2}$$

де, V_a – швидкість автомобіля, м/с;

t – час, с;

δ – коефіцієнт врахування мас автомобіля, що обертаються;

m_0 – власна маса автомобіля, кг;

m_B – маса вантажу, кг;

M_κ – крутний момент двигуна, що визначається положенням важеля паливоподачі φ_e або розрідженням за дросельною заслінкою ΔP_κ і частотою обертання n_δ , Нм;

P_f – сила опору дороги, Н;

P_i – сила опору підйому, Н;

P_w – сила опору повітря, Н.

r_k – радіус кочення колеса, м;

U_i – передаточне число коробки передач;

U_p – передаточне число головної передачі;

η_T – ККД трансмісії.

Коефіцієнт врахування мас автомобіля, що обертаються визначали за залежністю:

$$\delta = 1 + \frac{\sum_{i=1}^n I_{ki} + I_\delta \cdot U_i^2 \cdot U_p^2 \cdot \eta_T}{(m_0 + m_e) \cdot r_k^2}, \quad (3)$$

де, $\sum_{i=1}^n I_{ki}$ – сумарний момент інерції коліс автомобіля;

I_δ – момент інерції мас двигуна, що обертаються, кг·м².

Сили, що входять в вираз 2 визначали за залежностями:

$$P_f = (m_0 + m_e) \cdot g \cdot f \cdot \cos \alpha, \quad (4)$$

$$P_i = (m_0 + m_e) \cdot g \cdot f \cdot \sin \alpha, \quad (5)$$

$$P_w = kF \cdot V_a^2, \quad (6)$$

де, f – коефіцієнт опору коченню, Н/кг

α – кут підйому (спуску) дороги, град;

kF – фактор опору повітря, Н·с²/м².

Використовуючи рівняння 2 на кожній елементарній ділянці розганяння та кожній передачі в коробці передач визначали необхідний крутний момент для руху автомобіля з прискоренням згідно карті їздового циклу.

$$M_\kappa(t) = I_\delta \cdot \frac{\partial n_\delta(t)}{\partial t} \cdot \frac{30}{\pi} + I_{3ч} \cdot \frac{\partial n_\delta(t)}{\partial t} \cdot \frac{30}{\pi} + M_{оп}, \quad (7)$$

де, $I_{3ч}$ – момент інерції мас автомобіля, які обертаються, приведений до зчеплення, кг·м²;

$M_{оп}$ – момент опору руху автомобіля, Н·м.

$$I_{3ч} = \frac{(m_0 + m_e) \cdot r_k^2}{U_i^2 \cdot U_p^2} + \sum_{i=1}^n \frac{I_{ki}}{U_i^2 \cdot U_p^2}, \quad (8)$$

де, I_{ki} – момент інерції i -го колеса автомобіля, кг·м²;

$$M_{оп} = \frac{(m_0 + m_e) \cdot (f_0 \cdot \cos \alpha \pm \sin \alpha) \cdot r_k \cdot g}{U_i \cdot U_p \cdot \eta_T}, \quad (9)$$

де, $g = 9,81$ — прискорення земного тяжіння м/с²;

Як встановлено в чисельних експериментальних дослідженнях [4-8] крутний момент бензинового двигуна задовільно описується лінійною залежністю від розрідження за дросельною заслінкою

$$M_K = b_0 + b_1 \cdot \Delta p_k, \quad (10)$$

де, b_0 і b_1 – дослідні коефіцієнти;

Δp_k - розрідження у впускному трубопроводі.

Використовуючи отримані в стендових дослідженнях експериментальні дані визначали необхідне розрідження для отримання потрібного крутного моменту.

Частоту обертання колінчастого вала двигуна в процесі розганяння розраховували за залежністю:

$$n_d = \frac{V_a \cdot U_i \cdot U_p}{\pi \cdot r_k} \cdot 30, \quad (11)$$

За необхідними для руху автомобіля ΔP_k і n_d визначали годинні витрати бензину і повітря, концентрації шкідливих речовин у відпрацьованих газах двигуна в процесах розганяння автомобіля на кожній елементарній ділянці. Ці показники описували поліноміальними залежностями другого ступеня

$$G_i = c_0 + c_1 \Delta p_k + c_2 n_d + c_{11} \Delta p_k^2 + c_{22} n_d^2 + c_{12} \Delta p_k n_d, \quad (12)$$

За визначеними показниками роботи двигуна в цьому режимі та з використанням результатів експериментальних досліджень на гальмівному стенді визначали паливну економічність та шкідливі викиди.

3. Показники роботи двигуна в русі автомобіля з сталою швидкістю розраховували за залежностями.

Необхідний крутний момент двигуна визначали за залежністю

$$M_K = \frac{[(m_0 + m_e) \cdot f_0 \cdot \cos \alpha + kF \cdot V_a^2] \cdot r_k}{U_i \cdot U_p \cdot \eta_T}, \quad (13)$$

За отриманими значеннями M_K за залежністю (10) визначали ΔP_k .

Частоту обертання вала двигуна визначали за залежністю (11).

Годинні витрати бензину і повітря, концентрації шкідливих речовин у відпрацьованих газах двигуна визначали за залежністю (12)

4. В процесі сповільнення показники роботи двигуна розраховували наступним чином: якщо двигун з системою впорскування бензину або з карбюратором з економайзером примусового холостого ходу (ПХХ) витрату бензину і шкідливі викиди приймали рівними нулю, якщо карбюратор не обладнаний економайзером ПХХ витрату бензину і шкідливі викиди приймали такими, як в режимі мінімальної частоти обертання холостого ходу.

Разом з тим змінна величина годинної витрати бензину і концентрацій шкідливих речовин в відпрацьованих газах в процесах несталої руху автомобіля ускладнює розрахунки витрати бензину і шкідливих викидів в процесі прогріву двигуна. Тому витрата бензину і концентрації шкідливих речовин в цих режимах були прийняті сталими, середніми для даного режиму, які визначали за залежністю (кг/год):

$$G_{TC} = \frac{\sum_{i=1}^m \Delta G_i \cdot \tau_i}{\tau_n}, \quad (14)$$

де, ΔG_i – середня годинна витрата бензину або середня маса шкідливих викидів на елементарній ділянці несталої режиму, кг/год;

τ_i – тривалість руху автомобіля на елементарній ділянці, год;

τ_n – тривалість несталої режиму, год.

Можливість спрощення їздового циклу перевіряли розрахунком витрати палива в детальному і спрощеному циклах при прогрітому двигуні, розрахунки за яким проводили в інших дослідженнях [5, 6]. На рис. 3 показані залежності годинної витрати бензину в режимах детального і спрощеного їздових циклів для прогрітого двигуна автомобіля ЗАЗ-1102 «Таврія».

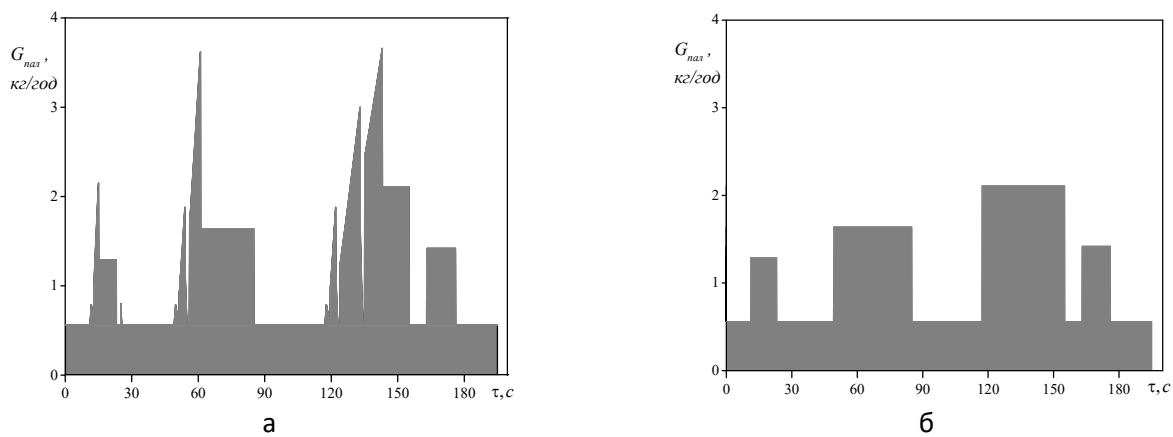


Рисунок 3 – Залежності годинної витрати бензину в режимах детального (а) і спрощеного (б) їздових циклів для прогрітого двигуна автомобіля ЗАЗ-1102 «Таврія»

Порівняння витрати бензину за фрагмент циклу при змінній витраті і середній проводили методом порівняння площі під лініями витрати бензину за залежністю.

$$G_{нал} = S \cdot m_G \cdot m_\tau, \quad (15)$$

де, S – мм²/фрагмент;

m_G – масштаб витрати бензину, кг/год мм;

m_τ – масштаб часу, год/мм.

Отримана в дослідженнях [5, 6] витрата бензину на один фрагмент Європейського міського їздового циклу на відстань 1,013 км становить в середньому 62 г/фрагмент, розрахункова для спрощеного їздового циклу 63,6 г/фрагмент, різниця складає 2,5%, що свідчить про можливість використання такого підходу для визначення порівняних показників автомобіля з двигуном, який прогривають з системою підігріву повітря на впуску та без неї.

Як зазначалось в методиці проведення досліджень, на показники двигуна в процесі прогріву впливає багато факторів, врахувати які практично неможливо. Тому в методиці запропоновано оцінювати температурний стан двигуна температурою оливи або охолодної рідини, а зміну паливної економічності в процесі прогріву оцінювати коефіцієнтом температурного впливу. За результатами дорожніх досліджень, які проведені в Національному транспортному університеті, отримана залежність цього коефіцієнта від температури оливи двигуна (рис. 4). Ця залежність отримана в результаті опрацювання даних по витраті бензину на одиницю пробігу в режимах прогріву двигуна з системою підігріву повітря на впуску та без нього в процесі дорожніх досліджень.

Експериментальні точки отримані для різних температур оливи з використанням даних дорожніх випробувань використовували для визначення коефіцієнта температурного впливу:

$$K_t = G_{нал i} / G_{нал np} \quad (16)$$

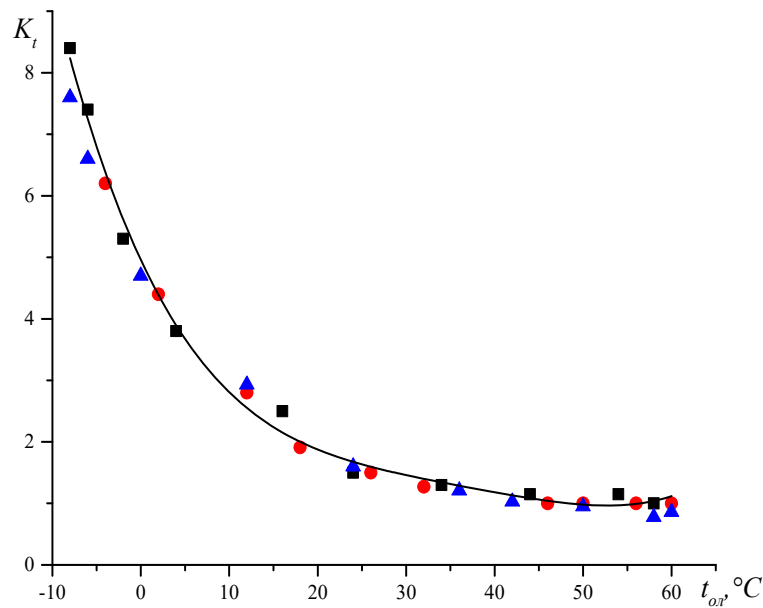
де $G_{нал i}$ – витрата бензину на одиницю пробігу автомобіля ЗАЗ-1102 «Таврія» в процесі прогріву двигуна, кг/км;

$G_{нал np}$ – витрата бензину на одиницю пробігу цього автомобіля з прогрітим двигуном, кг/км.

Результати вимірювань опрацювали за допомогою програми OriginPro. Середньоквадратична величина K_t описується поліномом четвертого порядку від температури оливи в системі мащення двигуна:

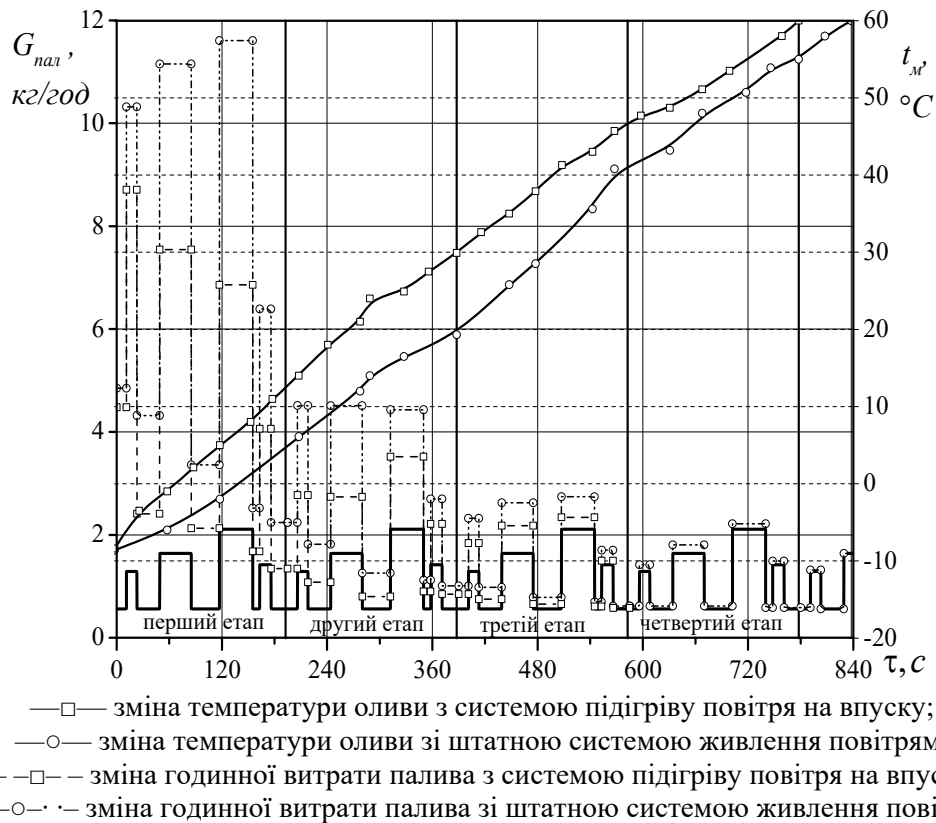
$$K_t = 4,95923 - 0,30752 \cdot x^1 + 0,01108 \cdot x^2 - 1,97323E-4 \cdot x^3 + 1,33884E-6 \cdot x^4 \quad (17)$$

Коефіцієнт достовірності апроксимації – 0,99512.



- ■ за результатами дорожніх випробувань зі штатною системою живлення повітря;
- ▲ за результатами дорожніх випробувань з системою підігріву повітря на впуску;
- ● за результатами інших досліджень.

Рисунок 4 – Залежність коефіцієнта температурного впливу від температури оливи в системі мащення двигуна автомобіля ЗАЗ-1102 «Таврія»



- зміна температури оливи з системою підігріву повітря на впуску;
- зміна температури оливи зі штатною системою живлення повітрям;
- зміна годинної витрати палива з системою підігріву повітря на впуску
- зміна годинної витрати палива зі штатною системою живлення повітрям;

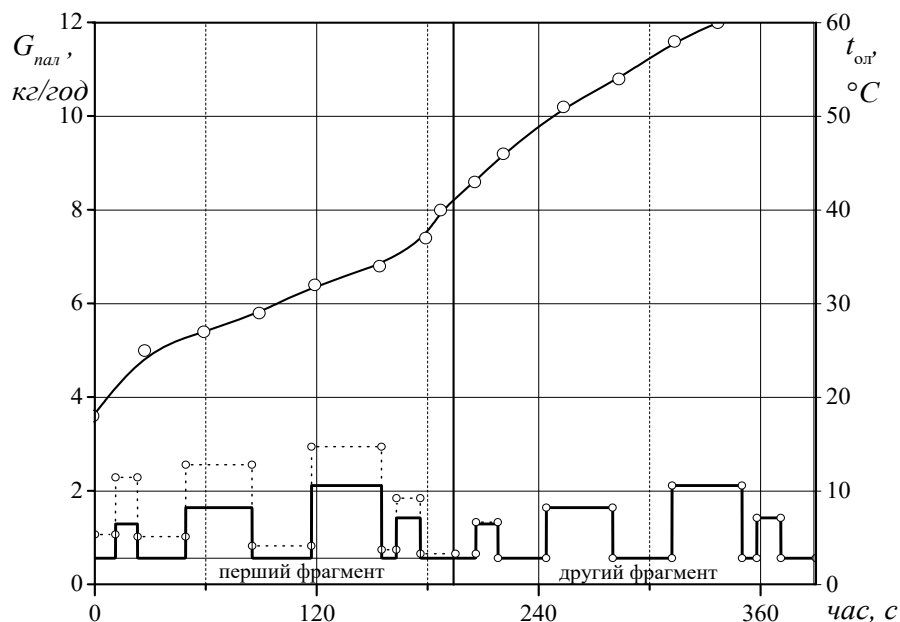
Рисунок 5 – Закономірність зміни температури оливи в картері двигуна та годинної витрати палива в процесі руху автомобіля ЗАЗ-1102 «Таврія» з системою підігріву повітря на впуску та без неї за температури навколишнього повітря мінус 10°C

Закономірність зміни температури оливи в процесі руху автомобіля в дорожніх умовах з системою підігріву повітря на впуску та без неї побудували на графіку їздового циклу (рис. 5) та з нанесеними лініями годинної витрати бензину при прогрітому двигуні. Використавши розподіл годинної витрати бензину автомобілем з прогрітим двигуном, зміну температури оливи двигуна і

коефіцієнт температурного впливу (рис. 4) розраховали годинні витрати бензину за використання системи підігріву повітря на впуску та без неї. За результатами розрахунків визначена питома витрата бензину автомобілем з прогрітим двигуном близько 61 г/км, якщо автомобіль не обладнаний системою прогріву питома витрата бензину автомобілем складає 129 г/км, при використанні системи підігріву повітря на впуску питома витрата бензину автомобілем складає 100 г/км. Таким чином, встановлення і використання системи підігріву повітря на впуску при температурі навколишнього повітря мінус 10°C дозволяє очікувати зниження витрати бензину в процесі прогріву в дорожніх умовах на 22,5%.

Як показали результати дорожніх випробувань автомобіля ЗАЗ-1102 «Таврія», використання системи підігріву повітря на впуску дозволяє знизити витрату бензину в процесі прогріву двигуна на 20,7 %, що свідчить про об'єктивність отриманих в їздовому циклі результатів.

Можливість прийнятого підходу до визначення витрати палива автомобілем в процесі прогріву двигуна підтверджується розрахунками з використанням даних, отриманих в інших дослідженнях [5, 6]. На рис. 6 показана експериментальна крива зміни температури оливи в системі мащення двигуна в русі автомобіля ЗАЗ-1102 «Таврія» за температури навколишнього повітря +18°C. Температура оливи двигуна досягла 60°C в русі за Європейським їздовим циклом за умовного пробігу 1,75 км. Експериментально визначена питома витрата бензину складала 115 г/км, розрахована з використанням коефіцієнту температурного впливу 117 г/км, різниця складає 1,7% тобто результати практично співпали, що підтверджує можливість такого підходу до оцінки ефективності застосованої системи підігріву повітря на впуску двигуна.



—○— зміна температури оливи в картері двигуна за результатами стендових випробувань;

· · · ○ · · · зміна годинної витрати палива за результатами розрахунків

Рисунок 6 – Експериментальна крива зміни температури оливи в системі мащення двигуна та розрахункові величини годинної витрати палива в русі автомобіля ЗАЗ-1102 «Таврія» за режимами Європейського їздового циклу за температури навколишнього повітря +18°C.

Висновки

1. Аналіз проведених досліджень показує, що розрахункові дослідження паливної економічності автомобілів під час руху за їздовим циклом широко застосовуються і дають достовірні результати, що підтверджується експериментальними дослідженнями проведеними в Національному транспортному університеті.

2. Використання коефіцієнта температурного впливу дає можливість оперативно та більш достовірно прогнозувати витрату палива автомобілями з іскровим запалюванням при їх прогріві в русі в залежності від початкової температури оливи в картері двигуна.

3. Використання системи підігріву повітря на впуску при прогріві двигуна з іскровим запалюванням в русі може забезпечити поліпшення паливної економічності (при початковій температурі оливи двигуна близько мінус 10°C економія бензину складає близько 20%).

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Стефановский А.Б. О влиянии температурных условий на расход топлива легковыми автомобилями / Таврический государственный агротехнологический университет Праці ТДАТУ Вип. 13, Т. 6 С. 178-184
2. Odsell O. Influence of ambient temperature and cold start on automobile fuel consumption / O. Odsell // VTI Rapport. - Linkoping, 1981. - No. 207A. - 17 p.
3. LeeJ Y. Analysis of the effect of cold start on fuel economy of gasoline automatic transmission vehicle / Y. LeeJ, I. Park, J.H. Lee // International Journal of Automotive Technology, August 2014, Volume 15, Issue 5, pp 709–714
4. Гутаревич Ю.Ф. Снижение вредных выбросов и расхода топлива двигателями автомобилей путем оптимизации эксплуатационных факторов: дис. на соискание науч. степени д-ра техн. наук: спец. 05.22.10. - эксплуатация автомобильного транспорта / Ю.Ф. Гутаревич - К. 1985 - 538 с.
5. Симоненко Р. В. Покращення паливної економічності і екологічних показників автомобілів шляхом раціонального прогріву їх двигунів: дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.20. – експлуатація та ремонт засобів транспорту / Р. В. Симоненко - К., - 2004. – 205с.
6. Мерзжівська Л.П. Покращення паливної економічності і зменшення шкідливих викидів автомобілів раціональним регулюванням бензинових двигунів: дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.10. – експлуатація автомобільного транспорту / Л.П. Мерзжівська. – К., – 1998. – 247с.
7. Андриухіна О.С. Розробка спрощеного випробувального циклу для перевірки технічного стану бензинових двигунів легкових автомобілів в умовах експлуатації: дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.20. – експлуатація та ремонт засобів транспорту / О.С. Андриухіна – К., 2006. – 193 с.
8. Гунько А.В. Поліпшення паливної економічності та екологічних показників автомобілів в умовах експлуатації: дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.20. – експлуатація та ремонт засобів транспорту / А.В. Гунько - К., 2006. - 185 с.
9. ДСТУ UN/ECE R 83-05:2009 Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження колісних транспортних засобів стосовно викидів забруднювальних речовин залежно від палива, необхідного для двигунів (Правила ЕЭК ООН № 83-05:2005, IDT).

REFERENCES

1. Stefanovsky A.B. On the influence of temperature conditions on fuel consumption by passenger cars / Tavria state agrotechnological University / Pratsy TDAU № 13, T. 6 S. 178-184. (Rus)
2. Odsell O. Influence of ambient temperature and cold start on automobile fuel consumption / O. Odsell // VTI Rapport. - Linkoping, 1981. - No. 207A. - 17 p.
3. LeeJ Y. Analysis of the effect of cold start on fuel economy of gasoline automatic transmission vehicle / Y. LeeJ, I. Park, J.H. Lee // International Journal of Automotive Technology, August 2014, Volume 15, Issue 5, pp 709–714
4. Hutarevych Iu.F. Reduction of harmful emissions and fuel consumption in car engines by optimizing operational factors: dis. on competition]. degree of Dr. Techn. nauk: spets. 05.22.10. - operation of road transport / Iu.F. Hutarevych - K. 1985 to 538 C. (Rus)
5. Symonenko R. V. Improvement in fuel efficiency and environmental performance of vehicles through proper warm-up their engines Diss. on competition of the Sciences. the degree candidate. tech. nauk: spets. 05.22.20. – maintenance and repair of means of transport / R.V. Symonenko - K. - 2004. – 205с. (Ukr)
6. Merzhyievska L.P. Improving fuel economy and reducing car emissions a rational regulation of diesel engines Diss. on competition of the Sciences. the degree candidate. tech. nauk: spets. 05.22.10. – operation of road transport / L.P. Merzhyievska. – K., – 1998. – 247с. (Ukr)
7. Andriukhina O.S. the Development of a simplified test cycle to check the technical state of petrol engines in passenger cars in operation: dis. on competition of the Sciences. the degree candidate. tech. nauk: spets. 05.22.20. – maintenance and repair of means of transport / O.S. Andriukhina - K., 2006. – 193 p. (Ukr)
8. Hunko A.V. Improvement in fuel efficiency and environmental performance of vehicles in

operation: dis. on competition of the Sciences. the degree candidate. tech. nauk: spets. 05.22.20. – maintenance and repair of means of transport / A. V. Hunko - K., 2006. - 185 p. (Ukr)

9. DSTU UN/ECE R 83-05:2009 uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the emission of pollutants depending on the fuel required for engines (UN ECE regulations No. 83-05:2005, IDT). (Ukr)

РЕФЕРАТ

Трифонов Д.М. Визначення показників автомобіля в русі за режимами Європейського їздового циклу в процесі прогріву двигуна / Д.М. Трифонов // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39).

У статті представлені результати розрахункових досліджень паливної економічності автомобіля ЗАЗ-1102 «Таврія» під час руху за режимами Європейського їздового циклу в процесі прогріву двигуна. Випробувальні їздові цикли широко застосовуються і дають достовірні результати, що підтверджується експериментальними дослідженнями проведеними в Національному транспортному університеті. Проте діючі випробувальні цикли передбачають визначення витрати палива при позитивній температурі навколишнього повітря. У зв'язку з цим, проблема впливу низької температури навколишнього повітря на витрату палива при русі, особливо під час прогріву холодного двигуна, за такого циклу вимагає додаткових досліджень, які спрямовані насамперед на розробку та вдосконалення математичних моделей їздового циклу для визначення показників автомобіля в процесі прогріву двигуна в русі, а також вдосконалення методики прогнозування витрат палива автомобілями в міських умовах, що враховують низькотемпературні умови експлуатації.

В даному дослідженні вирішується задача визначення відносної зміни витрати палива за використання в умовах низьких температур навколишнього середовища системи підігріву повітря на впуску і без неї. На показники двигуна в процесі прогріву впливає багато факторів, врахувати які практично неможливо. Це дозволяє виключати з моделі частину процесів, залишивши ті процеси, які зазначені в карті їздового циклу.

Для підвищення ефективності використання автомобілів в цих умовах необхідно прогнозувати значення показників їх експлуатаційних властивостей, і, насамперед, додаткової витрати палива на забезпечення теплового режиму двигуна з урахуванням природно-кліматичних факторів.

З метою забезпечення можливості оперативної та більш достовірно прогнозувати витрату палива автомобілями з іскровим запалюванням при їх прогріві в русі в залежності від початкової температури оливи в картері двигуна запропоновано використання коефіцієнта температурного впливу.

Це дозволить підвищити ефективність експлуатації автомобільного транспорту в умовах низьких температур навколишнього повітря.

Результати статті можуть бути використані для подальших досліджень, пов'язаних із забезпеченням енергоефективності силових установок автомобілів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРОГРІВ ДВИГУНА, ТЕМПЕРАТУРА ПОВІТРЯ НА ВПУСКУ, ПАЛИВНА ЕКОНОМІЧНІСТЬ, ВИПРОБУВАЛЬНИЙ ЇЗДОВИЙ ЦИКЛ, МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ.

ABSTRACT

Trifonov D.M The determination of indicators of the car in motion for modes of the european driving cycle in the process of engine warming up / D.M Trifonov // Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2017. – Issue 3 (39).

The article presents the results of computational studies of fuel efficiency of the car ZAZ-1102 "Tavriia" during the movement modes of the European driving cycle in the process of warming up the engine. The test driving cycle are widely used and give reliable results, as confirmed by experimental studies conducted at the National Transport University. However, existing test cycles include the determination of fuel consumption at positive ambient temperature. In this regard, the influence of low ambient temperature

on fuel consumption when driving, especially during cold engine warms up, such a cycle requires additional studies that are aimed primarily at the development and improvement of mathematical models of the driving cycle to determine the performance of the car in the process of warming up the engine in motion, and improving methods of predicting fuel consumption of cars in urban areas, taking into account low temperature conditions.

In this study, the problem of determining the relative change in fuel consumption when used in conditions of low ambient temperatures the heating system intake air without it. On the performance of the engine warming-up process is affected by many factors, to take into account that almost impossible. This allows you to exclude from the model the part of the process, leaving the processes that are listed in the map of the driving cycle.

To improve the efficiency of car use in these conditions it is necessary to predict values of indicators of their performance properties, and, above all, additional costs of fuel for thermal control of the engine based on natural and climatic factors.

To ensure the ability to quickly and more accurately predict fuel consumption of cars with spark ignition when warming up in motion depending on the initial oil temperature in the crankcase is the proposed use of the coefficient of thermal effects.

This will improve the efficiency of operation of road transport in conditions of low ambient temperatures.

The results of this paper can be used for further research related to the energy efficiency of power plants cars.

KEY WORDS: EXPERIMENTAL STUDY, WARMING UP OF THE ENGINE, TEMPERATURE OF INTAKE AIR, THE FUEL ECONOMY TEST DRIVING CYCLE, MATHEMATICAL MODEL.

РЕФЕРАТ

Трифонов Д.М. Определение показателей автомобиля в движении за режимами Европейского ездового цикла в процессе прогрева двигателя / Д.М. Трифонов // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2017. – Вып. 3 (39).

В статье представлены результаты расчетных исследований топливной экономичности автомобиля ЗАЗ-1102 «Таврия» во время движения за режимами Европейского ездового цикла в процессе прогрева двигателя. Испытательные ездовые циклы широко применяются и дают достоверные результаты, что подтверждается экспериментальными исследованиями, проведенными в Национальном транспортном университете. Однако действующие испытательные циклы предусматривают определение расхода топлива при положительной температуре окружающего воздуха. В связи с этим, проблема влияния низкой температуры окружающего воздуха на расход топлива при движении, особенно во время прогрева холодного двигателя, за такого цикла требует дополнительных исследований, которые направлены прежде всего на разработку и совершенствование математических моделей ездового цикла для определения показателей автомобиля в процессе прогрева двигателя в движении, а также совершенствование методики прогнозирования расхода топлива автомобилями в городских условиях, учитывающих низкотемпературные условия эксплуатации.

В данном исследовании решается задача определения относительного изменения расхода топлива при использовании в условиях низких температур окружающей среды системы подогрева воздуха на впуске и без нее. На показатели двигателя в процессе прогрева влияет много факторов, учесть которые практически невозможно. Это позволяет исключать из модели часть процессов, оставив те процессы, которые указаны в карте ездового цикла.

Для повышения эффективности использования автомобилей в этих условиях необходимо прогнозировать значения показателей их эксплуатационных свойств, и, прежде всего, дополнительной затраты топлива на обеспечение теплового режима двигателя с учетом природно-климатических факторов.

С целью обеспечения возможности оперативно и более достоверно прогнозировать расход

топлива автомобилями с искровым зажиганием при их прогреве в движении в зависимости от начальной температуры масла в картере двигателя предложено использование коэффициента температурного воздействия.

Это позволит повысить эффективность эксплуатации автомобильного транспорта в условиях низких температур окружающего воздуха.

Результаты статьи могут быть использованы для дальнейших исследований, связанных с обеспечением энергоэффективности силовых установок автомобилей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ПРОГРЕВ ДВИГАТЕЛЯ, ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА НА ВПУСКЕ, ТОПЛИВНАЯ ЭКОНОМИЧНОСТЬ, ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЕЗДОВОЙ ЦИКЛ, МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ.

АВТОР:

Трифонов Дмитро Миколайович, Національний транспортний університет, старший викладач кафедри двигунів і теплотехніки, e-mail: kafedradvzntu@gmail.com, тел. 280 47 16, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, к.303а.

AUTHOR:

Trifonov Dmitriy N., National Transport University, senior lecturer of the Department of engines and thermal engineering, e-mail: kafedradvzntu@gmail.com phone 280 47 16, Ukraine, 01010, Kyiv, M. Omelianovycha-Pavlenka str. 1, room 303a.

АВТОР:

Трифонов Дмитрий Николаевич, Национальный транспортный университет, старший преподаватель кафедры двигателей и теплотехники, e-mail: kafedradvzntu@gmail.com, тел. +38 044 280 47 16, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленко 1, к.303а.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Сахно В.П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри автомобілів, Київ, Україна.

Назаренко І.І., доктор технічних наук, професор, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, Україна.

REVIEWER:

Sakhno V.P., Doctor of Technical Science, Professor, National Transport University, Head of the automobiles department, Kyiv, Ukraine.

Nazarenko I.I., Doctor of Technical Science, Professor, Kyiv national University of construction and architecture, Kyiv, Ukraine.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Сахно В.П., доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, заведующий кафедрой автомобилей, Киев, Украина.

Назаренко И.И., доктор технических наук, профессор, Киевский национальный университет строительства и архитектуры Киев, Украина.